

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2000-123148
(43)Date of publication of application : 28.04.2000

(51)Int.Cl. G06T 1/00
G06T 7/00

(21)Application number : 10-289886 (71)Applicant : TOYOTA CENTRAL RES & DEV LAB INC

(22)Date of filing : 12.10.1998 (72)Inventor : ANDO MICHINORI

(54) FACE FEATURE EXTRACTOR

(57)Abstract:

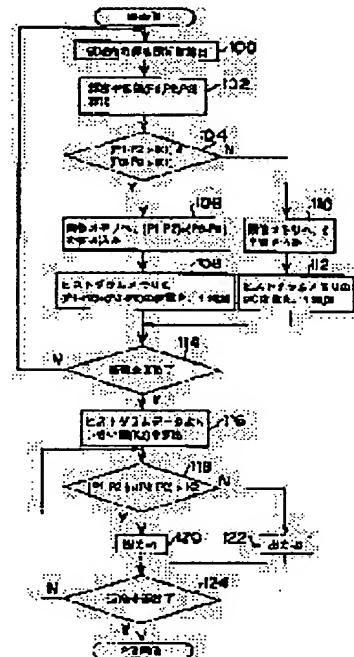
PROBLEM TO BE SOLVED: To extract the eye positions even if these eyes are thin.

SOLUTION: The average luminance value P1, P2 and P3 are calculated in three rectangular areas included in a window

consisting of the rectangular areas which are set continuous adjacent to each other in the vertical direction of an inputted face image.

Then it's decided whether the conditions of $(P1-P2 > K1)$ and $(P3-P2 > K1)$ are satisfied (104). If these conditions are satisfied, the value of difference sum total of $(P1-P2) + (P3-P2)$ of the average luminance value is written into an image memory other than the image memory storing the face image. At the same time, the frequency is added by 1 to

$(P1-P2) + (P3-P2)$ of the histogram showing the frequency distribution of difference sum total of the average luminance value (106, 108). The coordinates to be written are written into the coordinates of a center point of the center rectangular area. The threshold K2 is calculated to the difference sum total of the average luminance value based on the histogram (116). Then a binary image is generated to define the value of the pixel that satisfies $(P1-P2) + (P3-P2) > K2$ as 1 and to define the value of the pixel that does not satisfy $(P1-P2) + (P3-P2) > K2$ as 0 respectively (118, 120, 122).



(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2000-123148

(P2000-123148A)

(43) 公開日 平成12年4月28日 (2000.4.28)

(51) Int.Cl. ⁷	識別記号	F I	テ-マ-コード (参考)
G 0 6 T 1/00		G 0 6 F 15/62	3 8 0 5 B 0 4 3
7/00			4 6 5 K 5 B 0 5 7
		15/70	3 2 0 5 L 0 9 6
			9 A 0 0 1

審査請求 未請求 請求項の数 1 O L (全 13 頁)

(21) 出願番号 特願平10-289886

(22) 出願日 平成10年10月12日 (1998.10.12)

(71) 出願人 000003609

株式会社豊田中央研究所

愛知県愛知郡長久手町大字長湫字横道41番地の1

(72) 発明者 安藤 道則

愛知県愛知郡長久手町大字長湫字横道41番地の1 株式会社豊田中央研究所内

(74) 代理人 100079049

弁理士 中島 淳 (外1名)

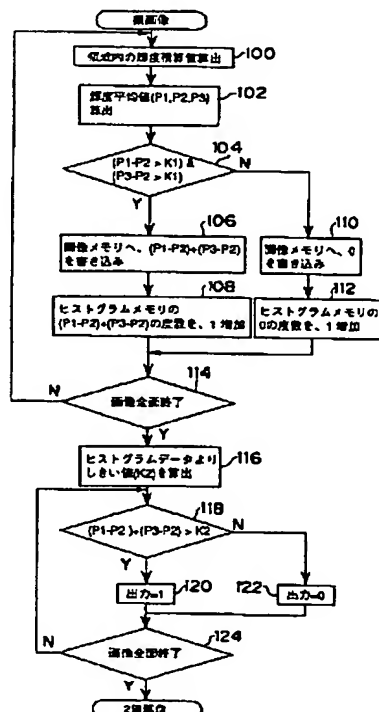
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 顔の特徴抽出装置

(57) 【要約】

【課題】 眼が細い場合においても眼の位置を抽出する。

【解決手段】 入力された顔画像上で顔の縦方向に隣接して連続するように設定された3個の矩形領域からなるウィンドウ内の各矩形領域内の輝度平均値P1、P2、P3を算出し、 $(P1 - P2 > K1)$ かつ $(P3 - P2 > K1)$ の条件を満足するか否かを判定する (104)。条件を満足する場合には、顔画像が記憶されている画像メモリとは別の画像メモリへ輝度平均値の差の総和 $(P1 - P2) + (P3 - P2)$ の値を書き込むと同時に、輝度平均値の差の総和の度数分布を表すヒストグラムの $P1 - P2 + (P3 - P2)$ に対する度数を1増加する (106、108)。書き込むべき座標は、中央の矩形領域の中心点の座標に書き込む。ヒストグラムから輝度平均値の差の総和に対するしきい値K2を算出し (116)、 $(P1 - P2) + (P3 - P2) > K2$ を満足する画素の値を1とし、満足しない画素の値を0とした2値画像を生成する (118、120、122)。



【特許請求の範囲】

【請求項1】入力された顔画像上で顔の縦方向に隣接して連続するように設定された少なくとも3個の矩形領域からなるウィンドウ内の各矩形領域内の輝度平均値を算出する輝度平均値算出手段と、隣接する矩形領域の輝度平均値の差及び前記輝度平均値の差の総和を演算する演算手段と、前記輝度平均値の差及び前記輝度平均値の差の総和をしきい値と比較し、しきい値より大きい画素を抽出する抽出手段と、を含む顔の特徴抽出装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、顔の特徴抽出装置に係り、特に、赤外画像のように白眼と黒眼との区別が明確に行えない場合においても、正確に眼の位置の候補となる領域を抽出することができる顔の特徴抽出装置に関する。

【0002】

【従来の技術及び発明が解決しようとする課題】特開平3-533号公報には、虹彩を検出するために、半径R画素の暗い円形領域を検出する技術が記載されている。この技術では、半径R画素の円形領域に交差する縦横2方向の矩形領域を設定し、矩形領域の円形領域内の部分の輝度値総和と円形領域外の部分の輝度値総和との差を演算する。この差は、半径R画素の円形領域が虹彩（瞳）の大きさに適合した場合に最大値となるため、この差と予め定められたしきい値とを比較して、虹彩の位置及び眼が開閉しているか否かを判断する。

【0003】しかしながら、上記の従来の技術では、虹彩の位置を検出しようとした場合、個人差によって白眼と黒眼とを明確に区別することができない場合には、虹彩の位置を検出することができない、という問題がある。また、図3に示すように、赤外線照射して撮影した赤外画像の場合には白眼と黒眼の区別が明確にできない場合が多いので、虹彩の位置を検出することが困難な場合が多い。また、従来技術では、虹彩を演算する際に縦横2方向の領域を用いているため、形状が異なる円形の境界にマッチングさせることは困難である。

【0004】また、特開平7-93561号公報、及び論文「形状抽出とパターン照合の組合わせによる顔特徴の抽出」（電子情報通信学会論文誌D-II Vol. J80-D-II No.3 pp. 2170-2177

1997年8月）には、分離度フィルタにより、眼の位置を検出する技術が記載されている。この技術では、図1（A）に示すように、半径R1と半径R2（ $R2 > R1$ ）の同心円によって虹彩の形（円形）に適合させたウィンドウ8を用いて、半径R1の円内の領域1と、半径R2の円内の領域から半径R1の円内の領域1を除いた領域2との分離度を計算し、分離度の高い領域を抽出す

る。なお、分離度は、領域1及び領域2各々の分散、ウィンドウ全体の分散を考慮している。そして、半径R1の領域1が、虹彩（瞳）の大きさに適合した際に、分散値が最大となることから眼のエッジ及び輪郭を抽出することができる。

【0005】図1（B）は、半径R1と半径R2の同心円状のウィンドウ8と同様の機能を有する同心状に配置された図1（C）に示す大小2つの正方形からなるウィンドウ6を用いて分離度フィルタにより眼の位置を検出したシミュレーション結果を示すものである。図1

（D）は、分散度の大きさ（大、中、0）と領域1及び領域2内の輝度の大きさとの関係を示す線図である。

【0006】従来の技術では、ウィンドウが虹彩の形状に適合した円形領域1を有しているため、図1（B）から理解されるように、原画像の眼が開いている場合には、すなわち虹彩が検出できる場合には、眼の位置を検出することができる。

【0007】しかしながら、上記従来の技術では、虹彩の形状に適合した円形領域を有するウィンドウを用いて眼の位置を検出しているため、眼が細くなっている場合等のように虹彩を検出することができない場合には、可視光画像及び赤外画像にかかわらず眼の位置を検出することができない、という問題がある。

【0008】すなわち、従来の技術において図1の眼が開いている場合と同じしきい値を設定して図2（A）に示す眼が細くなっている原画像の眼の位置を検出すると、図2（B）に示すような分散度フィルタ出力結果が得られ、図2（C）に示すように眼の位置の候補点が消失してしまうため眼の位置を検出することができなくなる。一方、しきい値を低い値に設定すると図2（D）に示すように眼の位置の候補以外に多数の候補点が出現するため眼の位置を検出することができなくなる。

【0009】なお、眼が細くなる原因としては、個人差、眼を閉じている、撮影装置に対して顔が正面を向いていない等がある。

【0010】本発明は、上記問題点を解決するためになされたもので、原画像の眼の形状（眼が細くなっている、眼が閉じている、及び眼が開いている等）に係わらず、眼等の顔の特徴を抽出することができる顔の特徴抽出装置を提供することを目的とする。

【0011】

【課題を解決するための手段】上記目的を達成するために、本発明は、入力された顔画像上で顔の縦方向に隣接して連続するように設定された少なくとも3個の矩形領域からなるウィンドウ内の各矩形領域内の輝度平均値を算出する輝度平均値算出手段と、隣接する矩形領域の輝度平均値の差及び前記輝度平均値の差の総和を演算する演算手段と、前記輝度平均値の差及び前記輝度平均値の差の総和をしきい値と比較し、しきい値より大きい画素を抽出する抽出手段と、を含んで構成したものである。

【0012】本発明では、輝度平均算出手段によって、入力された顔画像上で顔の縦方向に隣接して連続するように設定された少なくとも3個の矩形領域からなるウィンドウ内の各矩形領域内の輝度平均値を算出する。顔画像上の眼の部分は、顔の縦方向に沿った輝度の相違があるので、演算手段は、隣接する矩形領域の輝度平均値の差及び輝度平均値の差の総和を演算する。抽出手段は、輝度平均値の差及び輝度平均値の差の総和をしきい値と比較し、しきい値より大きい画素を抽出する。

【0013】抽出された画素は、隣接する矩形領域において輝度平均値の差及び輝度平均値の差の総和が大きい画素であるので、これにより眼の特徴を表す候補領域が抽出され、この候補領域内の画素の値をしきい値と比較することにより2値化処理を行う等によって、眼の位置を検出することができる。また、検出された眼の位置を基準とすれば、眉等の顔の他の特徴部分の検出を行うことができる。

【0014】この2値化処理を行うときには、輝度平均値の総和の度数分布を表すヒストグラムを作成し、上位の度数から積算した積算値が全度数に対して所定の割合になるときの輝度平均値の総和をしきい値として用いることができる。

【0015】本発明によれば、眼の開閉に係わらず、また赤外画像で良くあるように白眼と黒眼とが区別できないような場合であっても、眼が細くなっている場合であっても顔の特徴の1つである眼の位置を検出することが可能になる。また、矩形のウィンドウを用いているので、個人差による眼の形状の相違、眼を閉じていたり顔が正面を向いていない等によって眼が細く撮影されている場合においても眼の位置を検出することができる。

【0016】本発明においては、ウィンドウの最上位に位置する矩形領域を2等分等によって2分割する等により、矩形領域の個数を4個以上に増加すれば、顔の特徴である眼と眉とを同時に検出することができる。

【0017】

【発明の実施の形態】以下、図面を参照して本発明を顔の特徴の1つである眼を抽出する場合に適用した第1の実施の形態について説明する。

【0018】第1の実施の形態は、図4に示すように、顔を撮影するカメラ10、画像処理用のコンピュータ、及びコンピュータに接続されて抽出された2値化画像等を表示するCRTで構成された表示装置28によって構成されている。

【0019】画像処理用のコンピュータは、カメラ10から入力された画像信号をディジタル変換するアナログ-ディジタル(A/D)変換器12、CPU14、顔画像抽出処理ルーチンのプログラムが記憶されたROM16、RAM18、画像データを記憶する画像メモリ20、輝度平均値を記憶する平均値レジスタ22、輝度平均値の総和の度数分布を表すヒストグラムを記憶するヒ

ストグラムメモリ24、表示装置28に接続された出力ポート26、輝度平均値の総和の値及び0が書き込まれる画像メモリ32、及びこれらを接続するコントロールバスやデータバス等のバス30で構成されている。

【0020】次に、第1の実施の形態の顔画像抽出処理ルーチンについて図5を参照して説明する。

【0021】カメラ10から入力された画像信号は、A/D変換器12によってディジタルの画像データに変換されて画像メモリ20に記憶されている。本実施の形態では、図6に示すように、画像データの顔画像上で顔の縦方向に隣接して連続するように上側から下側に向かって設定された矩形領域1、矩形領域2、及び矩形領域3の3個の矩形領域で構成された矩形のウィンドウ40を用いる。このウィンドウ40において、矩形領域1と矩形領域3とは同じ形状で同じ面積であり、矩形領域2の幅は矩形領域1と同じで矩形領域1の面積よりも大きく、例えば略2倍の面積を有している。

【0022】まず、画像メモリ20から顔画像のデータを読み込み、入力された顔画像上に、顔画像の縦方向に3個の矩形の領域が連続するようにウィンドウ40を設定する。

【0023】図5のステップ100では、各矩形領域内の全画素の輝度値を積算することにより輝度積算値を各々算出する。ステップ102では、各矩形領域内の輝度積算値をそれぞれの矩形領域内の全画素数で除算することにより、各矩形領域内の輝度平均値P1、P2、P3(図7参照)を算出し、輝度平均値レジスタ22にウィンドウの位置に応じて保存する。

【0024】次のステップ104では、隣接する矩形領域内の輝度平均値の差(P1-P2)、(P3-P2)の各々と、しきい値K1とを比較し、次の条件を満足するか否かを判断する。

【0025】

(P1-P2>K1)かつ(P3-P2>K1)

ステップ104で上記の条件を満足すると判断されたとき、すなわち隣接する矩形領域内の輝度平均値の差が大きいことから眼の候補領域であると判断される場合には、ステップ106において、顔画像が記憶されている画像メモリとは別の画像メモリ32へ輝度平均値の差の総和(P1-P2)+(P3-P2)の値を書き込む。書き込むべき座標は、矩形領域2の中心点の座標に書き込む。同時にステップ108においてヒストグラムメモリ24に記憶されている輝度平均値の差の総和の度数分布を表すヒストグラムの総和(P1-P2)+(P3-P2)に対する度数を1増加する。

【0026】ステップ104において上記の条件を満足しないと判断されたとき、すなわち隣接する矩形領域間の輝度平均値の差が小さい場合には、顔の肌領域であると推定してステップ110において、顔画像が記憶されている画像メモリとは別の画像メモリ32へ0を書き込

10

20

30

40

50

む。書き込むべき座標は、矩形領域2の中心点の座標に書き込む。同時に、ステップ112においてヒストグラムメモリ24の総和が0の度数を1増加する。

【0027】次のステップ114では、顔画像全面についてステップ100～ステップ112の処理が終了したか否かを判断し、処理が終了していない場合にはウィンドウを1画素ずつずらしてステップ100に戻り、上記の処理を繰り返す。なお、ウィンドウをずらす方向は左右方向、上下方向、斜め方向のいずれでもよい。

【0028】上記の処理を、矩形のウィンドウを1画素ずつずらしながら、入力画像である顔画像全体に対して行うことにより、輝度値が輝度平均値の差の総和に変換処理された画像及びヒストグラムが得られる。

【0029】ステップ114で顔画像全面について処理が終了していると判断された場合は、ステップ116においてヒストグラムメモリに記憶されているヒストグラムに基づいて輝度平均値の差の総和($P1-P2$) + ($P3-P2$)に対するしきい値 $K2$ を算出する。すなわち、ヒストグラムの上位の度数から度数を積算し、積算した値が全度数に対して所定割り合いに到達した際の総和($P1-P2$) + ($P3-P2$)の値をしきい値 $K2$ として設定する。この全度数に対する所定割り合いは、予めシミュレーション等によって設定される。

【0030】ステップ118では、ステップ106で輝度平均値の差の総和($P1-P2$) + ($P3-P2$)が書き込まれた画像メモリ上の各画素について輝度平均値の差の総和($P1-P2$) + ($P3-P2$)としきい値 $K2$ とを比較して次の条件を満足するか否かを判断する。

【0031】($P1-P2$) + ($P3-P2$) $> K2$ 上記条件を満足する画素に対してはステップ120において出力するときの値を1とし、上記条件を満足しない画素に対してはステップ122において出力するときの値を0とし、2値化を行う。上記の2値化処理はステップ124で画像全面について処理が終了したと判断されるまで継続される。そして、画像全面について処理を行うことにより2値化画像が得られる。

【0032】上記のように処理したときの処理結果を図8に示す。図8(A)は、原画像が眼を開いている場合の処理結果であり、図8(B)は、原画像が眼を閉じている場合の処理結果であり、いずれの場合においても2値化画像において顔の特徴である眼が良好に抽出されており、この2値化画像から眼の位置を特定することができる。なお、図8(A)、(B)において中央の画像は、ステップ100～112の処理を画像全面に対して行ったときの処理画像である。

【0033】図9(B)は、図9(A)に示すように顔が正面を向いていない場合の2値化画像を求めた場合の処理結果であり、眼が良好に抽出されており、また、図9(C)は、顔が正面を向いていない場合の眼を抽出し

たときの処理結果であり、眼が良好に抽出されている。

【0034】次に、本発明の第2の実施の形態について説明する。第1の実施の形態において、図10に示すように眼と眉とが接近している顔の画像について処理を行うと、矩形領域1に眉が入った場合には矩形領域1の輝度平均値が小さくなり、最終的に2値化画像の出力結果が小さくなる場合がある。このため、第2の実施の形態では、図7に示したウィンドウ40の矩形領域1を図11に示すように面積が等しい上下2つの矩形領域1A、1Bに2分割して4つの矩形領域からなるウィンドウ44とし、眉が矩形領域内に入る場合には眉が入った領域を除外して演算することにより2値化画像の出力結果が小さくなるのを防止したものである。

【0035】次に、第2の実施の形態の顔画像抽出処理ルーチンについて図12を参照して説明する。なお、図12において図5の処理ルーチンと同一部分には同一符号を付して説明する。

【0036】画像メモリ20から顔画像のデータを読み込み、入力された顔画像上に、顔画像の縦方向に4個の矩形の領域が連続するようにウィンドウ44を設定する。

【0037】図12のステップ100で、各矩形領域内の全画素の輝度積算値を各々算出した後、ステップ102において、各矩形領域内の全画素数で輝度積算値を各々除算することにより、各矩形領域内の輝度平均値 $P1A$ 、 $P1B$ 、 $P2$ 、 $P3$ を算出し、輝度平均値レジスタ22に保存する。矩形領域1A、1Bは、矩形領域1を2分割したものであるため、第1の実施の形態で説明した矩形領域1の輝度平均値 $P1$ との間には、($P1A + P1B$) / 2 = $P1$ の関係がある。

【0038】次のステップ103では、矩形領域1A、1B内の輝度平均値の差($P1B - P1A$)と、しきい値 $K3$ とを比較する。

【0039】ステップ103で($P1B - P1A$) $< K3$ を満足する場合には、すなわち隣接する矩形領域間の輝度平均値の差が小さい場合には、顔の肌領域であると推定して以下で説明するように演算結果に反映させ、

($P1B - P1A$) $< K3$ を満足しない場合は、眉が矩形領域1A内に入ったと推定して以下で説明するように眉が入った矩形領域1Aのデータを除外して演算するようにする。

【0040】すなわち、ステップ103の判断が肯定された場合には、眉が矩形領域1A内に入っていないと判断して、第1の実施の形態の図6で説明したステップ104～ステップ108と同様の処理を行う。

【0041】一方、ステップ103の判断が否定された場合には、眉が矩形領域1A内に入ったと判断し、矩形領域1A内の輝度平均値 $P1A$ を除外して演算に用いないようにし、矩形域1B、2、3内の輝度平均値の差($P1B - P2$)、($P3 - P2$)の各々と、しきい値

K4とを比較し、次の条件を満足するか否かを判定する。なお、しきい値K4は、ステップ104のしきい値K1と同じ値に設定することができる。

【0042】

($P1B - P2 > K4$) かつ ($P3 - P2 > K4$)

ステップ105で上記の条件を満足すると判断されたとき、すなわち隣接する矩形領域間の輝度平均値の差が大きいことから眼の候補領域であると判断される場合には、ステップ107において、顔画像が記憶されている画像メモリとは別の画像メモリへ輝度平均値の差の総和 ($P1B - P2$) + ($P3 - P2$) の値を書き込む。書き込むべき座標は、矩形領域2の中心点の座標に書き込む。同時にステップ109においてヒストグラムメモリ24に記憶されている輝度平均値の差の総和の度数分布を表すヒストグラムの総和 ($P1B - P2$) + ($P3 - P2$) に対する度数を1増加する。

【0043】ステップ105において上記の条件を満足しないと判断されたときは、第1の実施の形態と同様に、顔画像が記憶されている画像メモリとは別の画像メモリへ0を書き込む。同時にステップ112において総和が0の度数を1増加する。

【0044】上記の処理は、ステップ114で顔画像全面について処理が終了したと判断されるまで繰り返され、ステップ114で処理が終了していると判断された場合は、ステップ116において作成されたヒストグラムから上記と同様に輝度平均値の差の総和に対するしきい値K2を算出する。ステップ118では、ステップ106において ($P1 - P2$) + ($P3 - P2$) が、ステップ107において ($P1B - P2$) + ($P3 - P2$) が書き込まれた画像メモリ上の各画素について、各画素の値 ($P1 - P2$) + ($P3 - P2$) または ($P1B - P2$) + ($P3 - P2$) としきい値K2とを比較して次の条件を満足するか否かを判断する。なお、上述したように $P1 = (P1A + P1B) / 2$ である。

【0045】($P1 - P2$) + ($P3 - P2$) > K2 または ($P1B - P2$) + ($P3 - P2$) > K2 上記条件を満足する画素に対してはステップ120において出力するときの値を1とし、上記条件を満足しない画素に対してはステップ122において出力するときの値を0とし、2値化を行い、第1の実施の形態で説明したように2値化画像を得る。

【0046】なお、上記の各実施の形態では、矩形領域2の縦サイズを矩形領域1の縦サイズの略2倍とする例について説明したが、個人差(眼の太さ)に応じて矩形領域2の縦サイズを変化させてもよい。

【0047】この場合には、矩形領域2の縦サイズを複数個設定しておき、最初に抽出された眼の座標において各矩形領域2の縦サイズ毎に出力を演算し、最も高い出力値が演算された矩形領域2の縦サイズを選択することができる。

【0048】このように、最初の抽出時に最適なウィンドウサイズを選択することにより、個人差、特に眼の太さに対応して安定に眼の位置を抽出することができる。

【0049】また、上記の各実施の形態では、眼の位置を検出する例について説明したが、ウィンドウの大きさを変更して上記と同様の手法を適用することにより、眼以外の顔の別の特徴である眉、口等も検出可能である。そして、これらの特徴点の位置関係を検証に用いることにより、信頼性の高い顔の特徴を抽出を行うことができる。

【0050】

【発明の効果】以上説明したように、本発明によれば、縦方向の境界のみを考慮した矩形のウィンドウを設定しているため、白眼と黒眼の区別が明確にできない赤外画像の場合でも眼等の顔の特徴の候補となる領域を正確に抽出できる、という効果が得られる。

【図面の簡単な説明】

【図1】(A)は従来のウィンドを示す図であり、

(B)は従来技術による眼の位置検出のシミュレーション結果を示す図であり、(C)はシミュレーションに用いたウィンドを示す図であり、(D)は分離度と各領域の輝度との関係を示す線図である。

【図2】従来技術の問題点を説明するための図であり、

(A)は原画像、(B)は分離度フィルタ出力結果、(C)はしきい値が図1と同じ場合の2値化画像、(D)はしきい値を小さくした場合の2値化画像である。

【図3】赤外画像を示す図である。

【図4】本実施の形態のブロック図である。

【図5】第1実施の形態における顔画像抽出処理ルーチンを示す流れ図である。

【図6】第1の実施の形態のウィンドウ構成を示す図である。

【図7】第1の実施の形態の輝度平均値を示す線図である。

【図8】(A)は眼を開いている場合における第1の実施の形態による処理結果を示す図であり、(B)は眼を閉じている場合における第1の実施の形態による処理結果を示す図である。

【図9】(A)は処理対象画像を示す図であり、(B)は(A)の処理対象画像を第1の実施の形態によって処理した処理結果を示す図であり、(C)は眼の位置を抽出した場合における処理結果を示す図である。

【図10】眼と眉とが接近している顔の画像を示す図である。

【図11】(A)は第2の実施の形態のウィンドウ構成を示す図であり、(B)は第2の実施の形態の輝度平均値を示す線図である。

【図12】第2実施の形態における顔画像抽出処理ルーチンを示す流れ図である。

【符号の説明】

10 カメラ

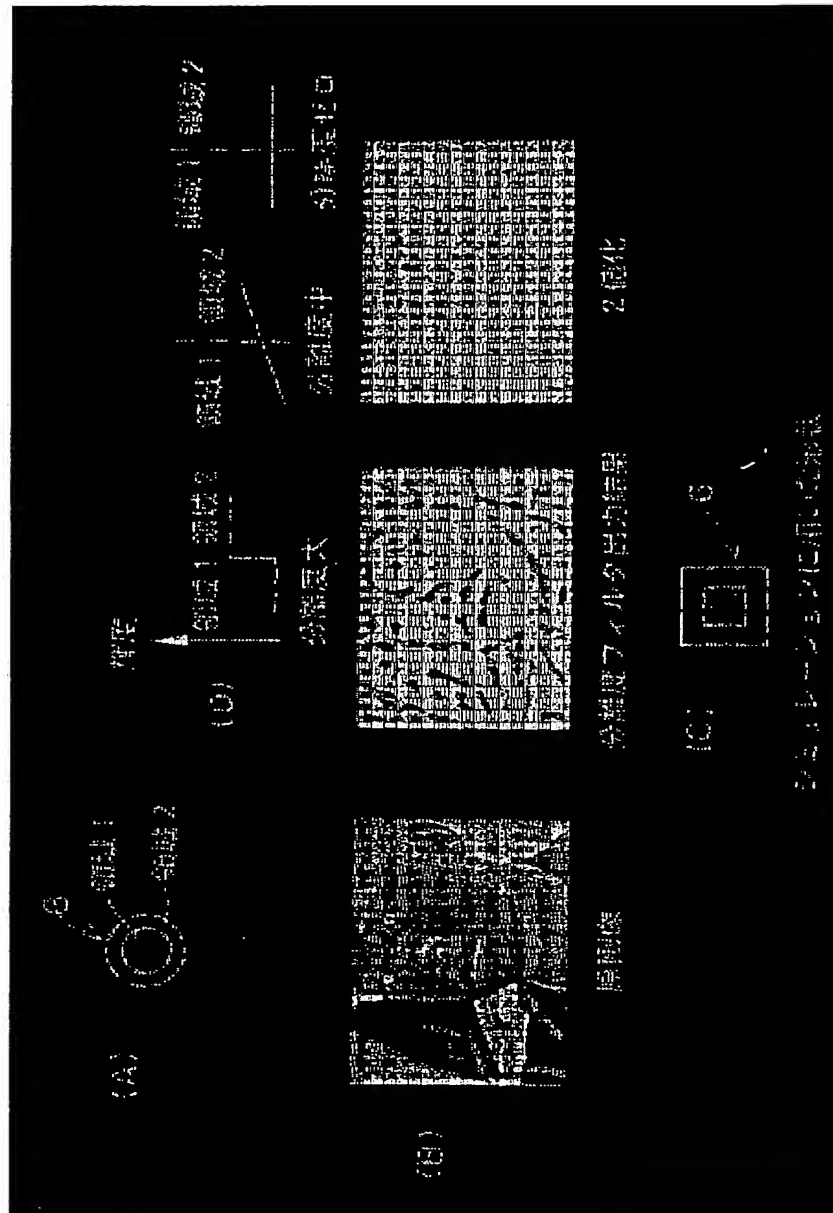
12 アナログーデジタル変換器

20 画像メモリ

22 平均値レジスタ

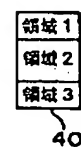
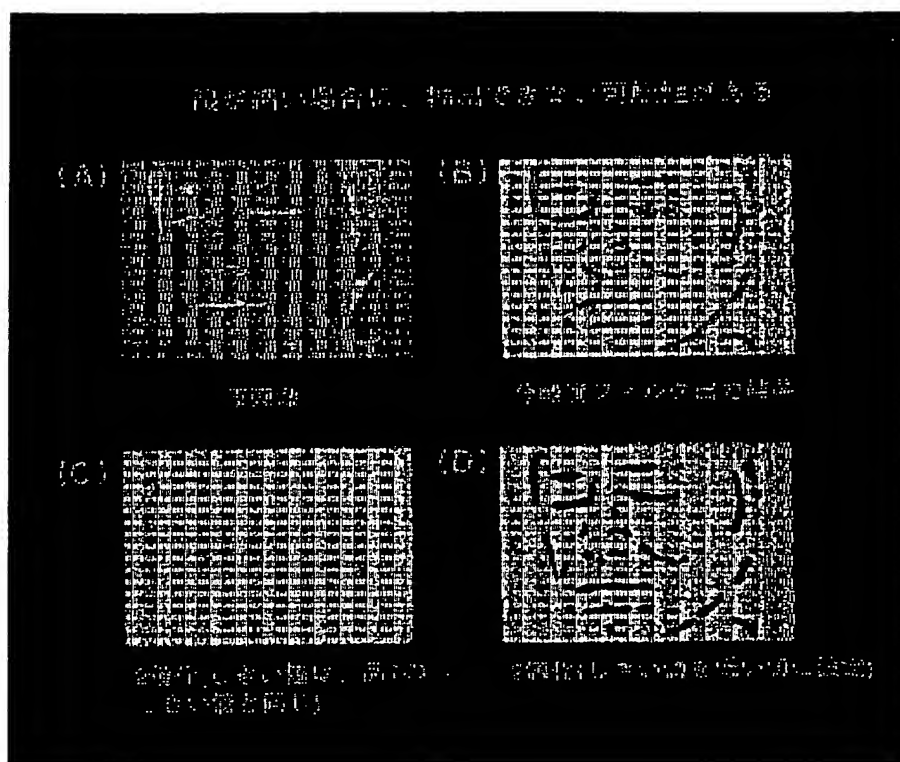
24 ヒストグラムメモリ

【図1】

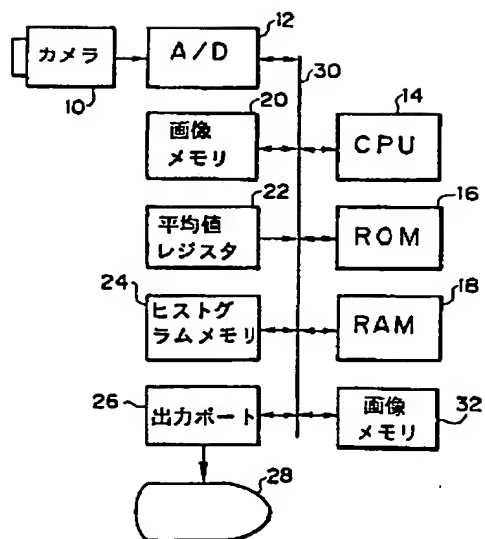


【図 2】

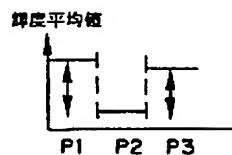
【図 6】



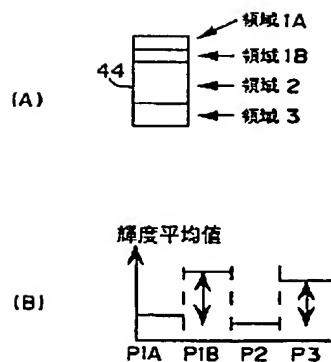
【図4】



【図7】



【图 1-1】

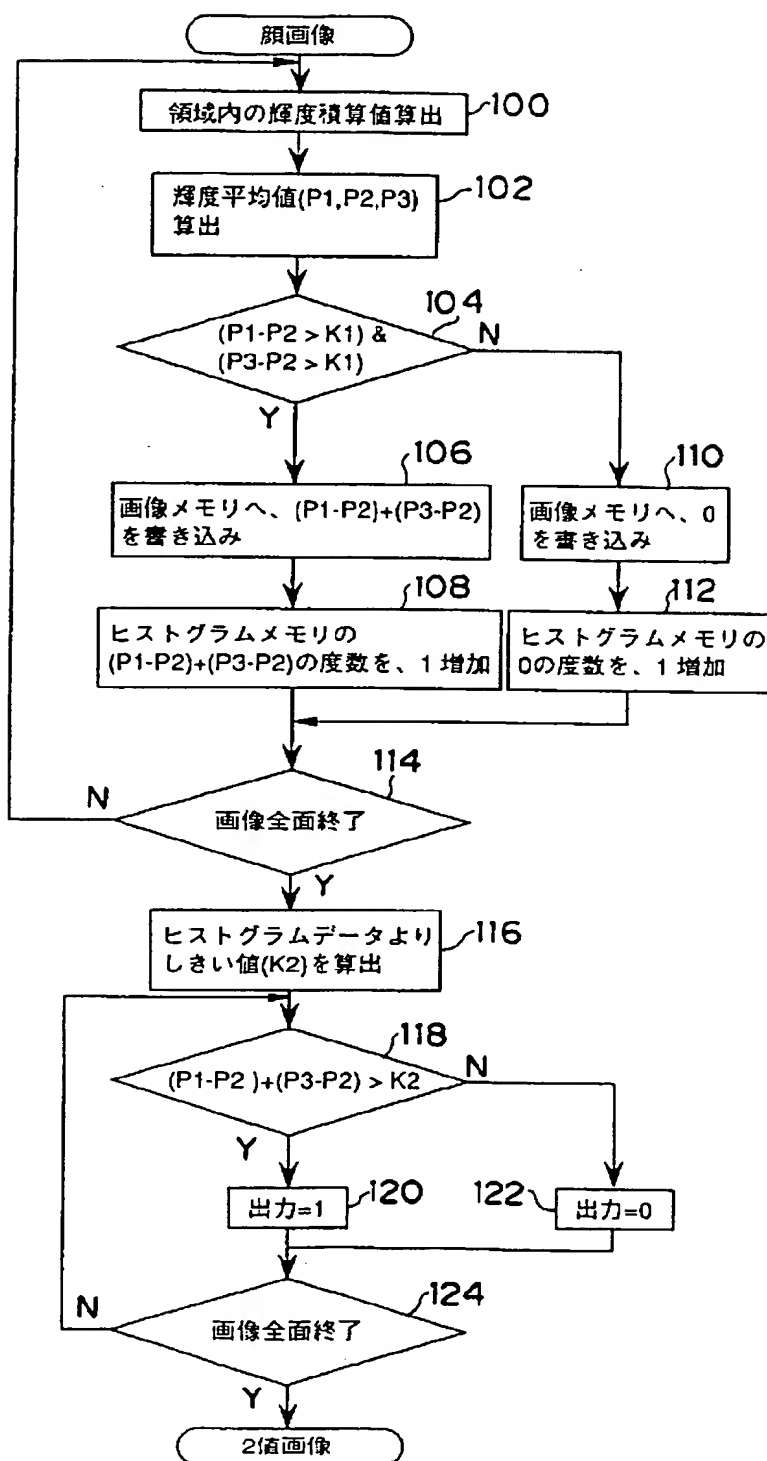


【図3】

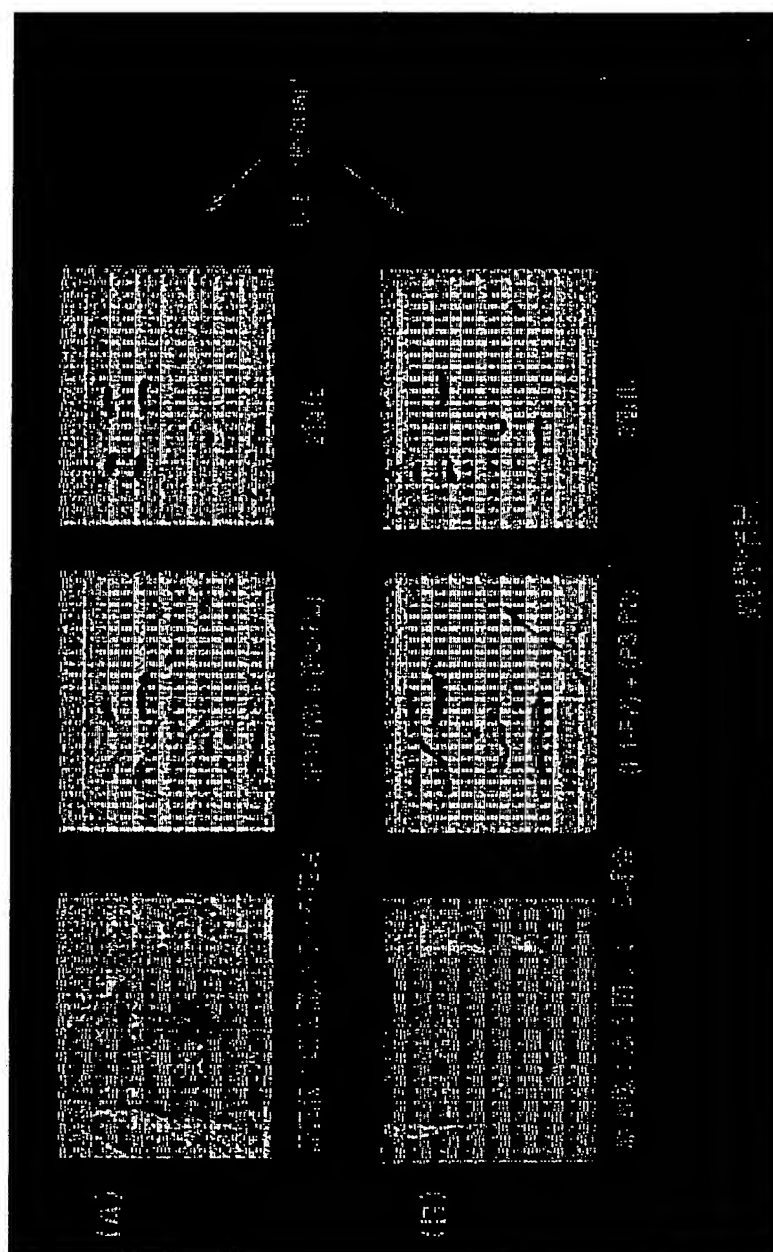


赤外画像

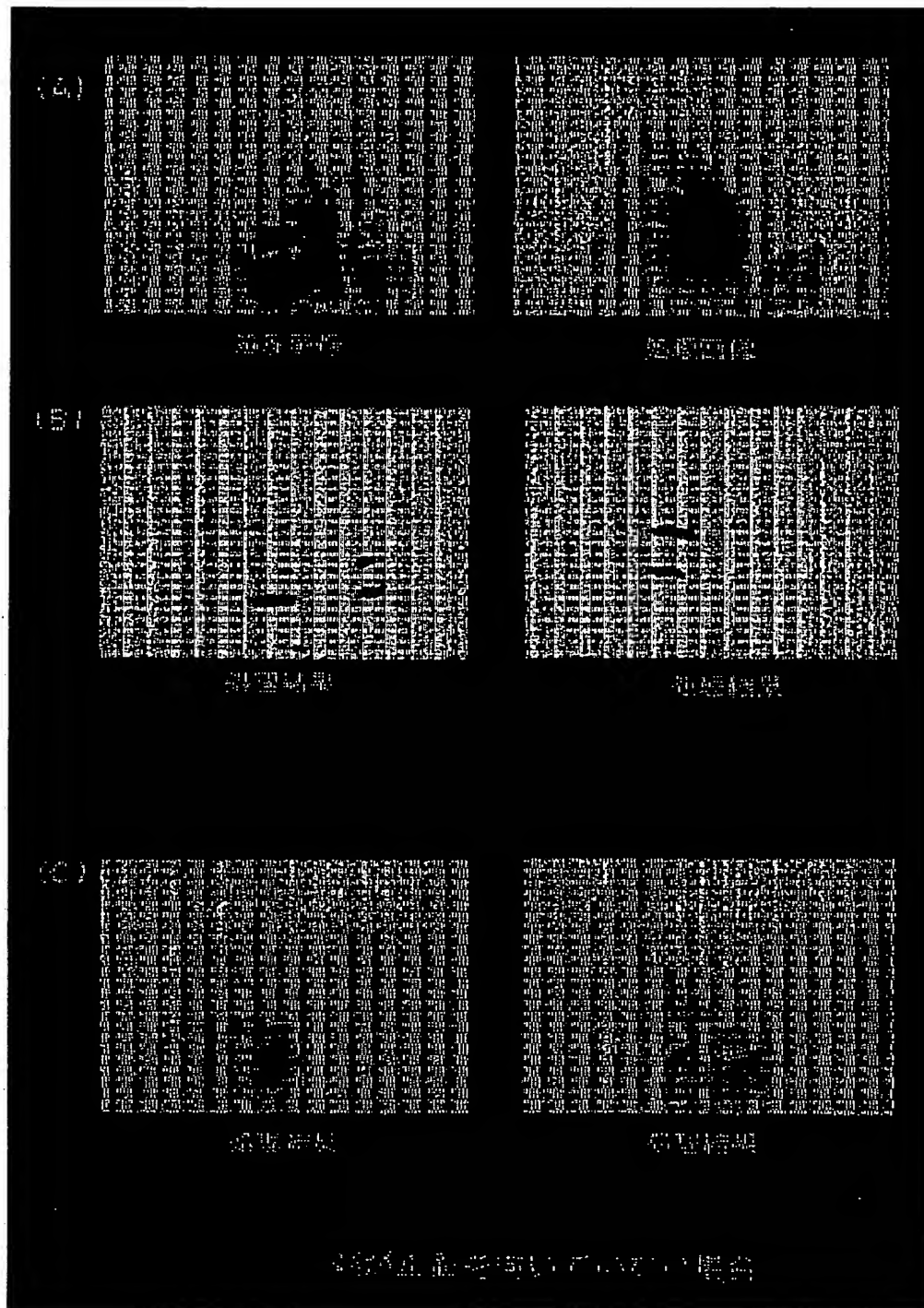
【図5】



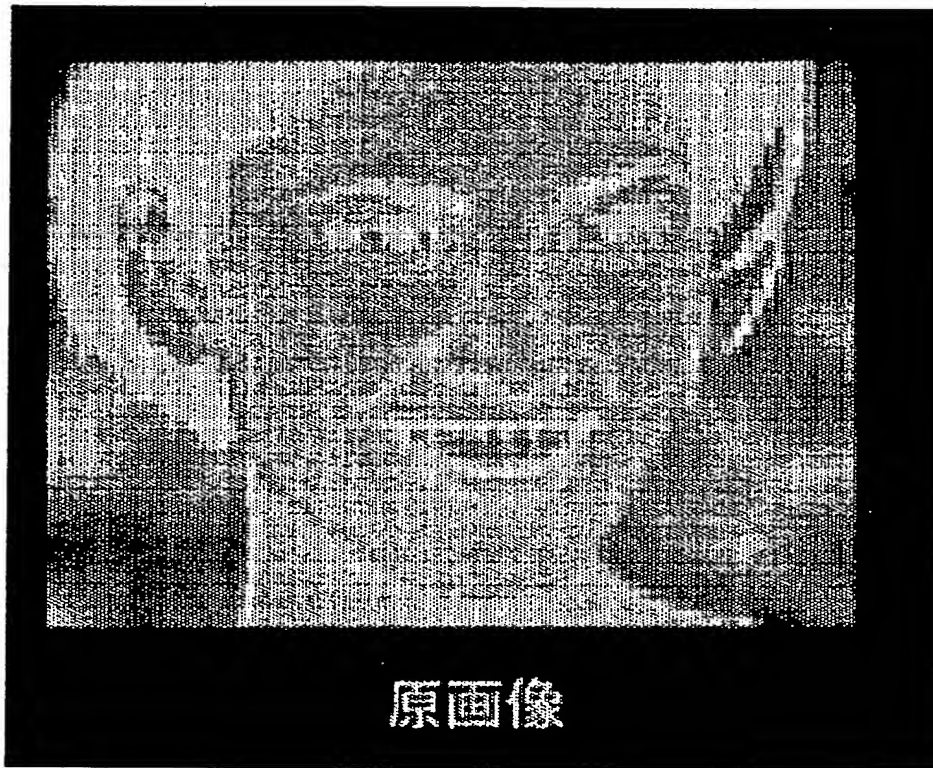
【図8】



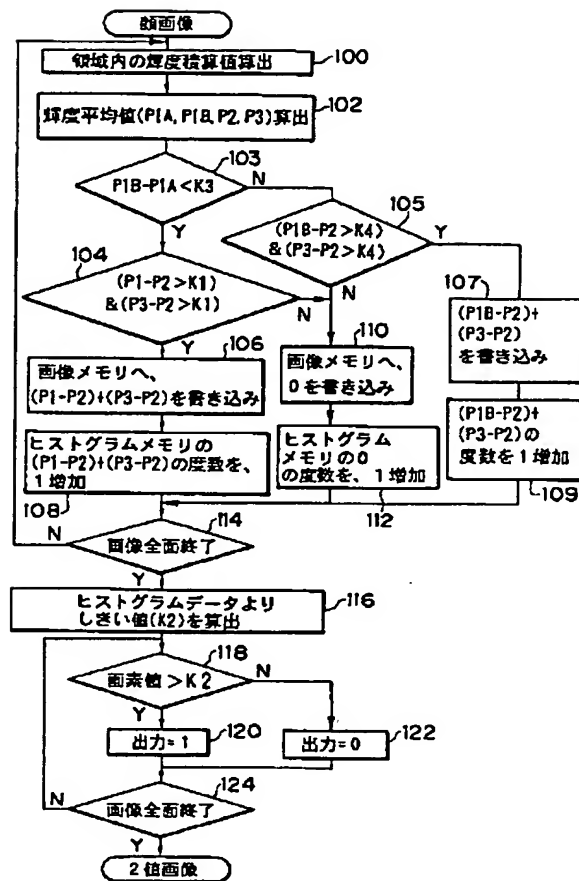
【図9】



【図10】



【図12】



フロントページの続き

Fターム(参考) 5B043 AA09 BA04 EA02 EA04 EA09
 5B057 BA02 BA29 CA08 CA12 CA16
 CB06 CB12 CB16 CC02 CE09
 CE12 DA08 DB02 DB09 DC23
 5L096 AA06 BA18 CA02 EA35 FA37
 GA17 GA19 GA51
 9A001 EE02 EE05 FF01 GZ15 HH03
 HH21 HH23 HH27 HH28 JJ71